








**ORGANIC SOLAR CELL OR LIGHT-EMITTING DIODE**

**Patent number:** WO0033396  
**Publication date:** 2000-06-08  
**Inventor:** MEISSNER DIETER (DE); ROSTALSKI JOERN (DE)  
**Applicant:** KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH (DE);  
MEISSNER DIETER (DE); ROSTALSKI JOERN (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H01L51/20  
- **european:** H01L51/20C4; H01L51/20C4B; H01L51/20C6;  
H01L51/20C8  
**Application number:** WO1999DE03759 19991126  
**Priority number(s):** DE19981054938 19981127; DE19991005694 19990211

**Also published as:**

 EP1138090 (A1)  
 US6559375 (B1)  
 DE19905694 (A1)

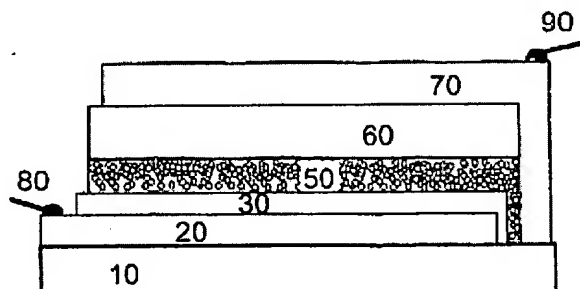
**Cited documents:**

 FR2694451  
 WO9631909  
 XP000621594  
 XP000694700

[Report a data error here](#)

**Abstract of WO0033396**

The invention relates to a component with a first layer (30) which mainly consists of a first material, a second layer (60) which mainly consists of a second material and at least one intermediate layer (40, 50) being located between the first layer (30) and the second layer (60). According to the invention, the component is configured in such a way that the intermediate layer (40, 50) contains the first and/or the second material and that at least one substance is colloidally dissolved in the intermediate layer (40, 50) and that the substance has another conductivity than the first or second material.

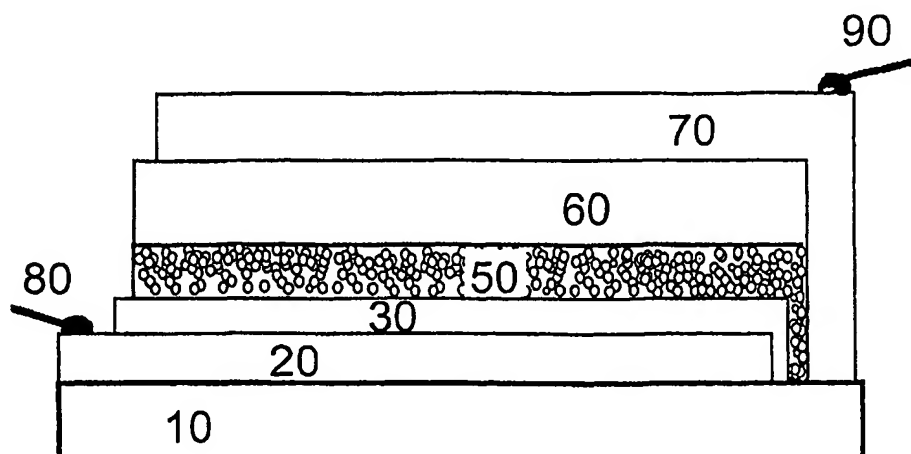


Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>H01L 51/20</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/33396</b>
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:	8. Juni 2000 (08.06.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03759 (22) Internationales Anmeldedatum: 26. November 1999 (26.11.99)  (30) Prioritätsdaten: 198 54 938.5      27. November 1998 (27.11.98)    DE 199 05 694.3      11. Februar 1999 (11.02.99)      DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH [DE/DE]; D-52425 Jülich (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MEISSNER, Dieter [DE/DE]; Wendelinusstrasse 85, D-52428 Jülich (DE). ROSTALSKI, Jörn [DE/DE]; Töpferstrasse 42, D-52441 Linnich (DE).  (74) Anwalt: JOSTARNDT, Hans-Dieter; Eupener Strasse 266, D-52076 Aachen (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: ORGANIC SOLAR CELL OR LIGHT-EMITTING DIODE

(54) Bezeichnung: ORGANISCHE SOLARZELLE BZW. LEUCHTDIODE



## (57) Abstract

The invention relates to a component with a first layer (30) which mainly consists of a first material, a second layer (60) which mainly consists of a second material and at least one intermediate layer (40, 50) being located between the first layer (30) and the second layer (60). According to the invention, the component is configured in such a way that the intermediate layer (40, 50) contains the first and/or the second material and that at least one substance is colloidally dissolved in the intermediate layer (40, 50) and that the substance has another conductivity than the first or second material.

### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Bauelement mit einer ersten Schicht (30), die im Wesentlichen aus einem ersten Material besteht, einer zweiten Schicht (60), die im Wesentlichen aus einem zweiten Material besteht und wenigstens einer zwischen der ersten Schicht (30) und der zweiten Schicht (60) befindlichen Zwischenschicht (40, 50). Erfindungsgemäß ist dieses Bauelement so gestaltet, daß die Zwischenschicht (40, 50) das erste Material und/oder das zweite Material enthält und daß in der Zwischenschicht (40, 50) mindestens ein Stoff kolloidal gelöst ist und daß der Stoff eine andere Leitfähigkeit aufweist als das erste Material oder das zweite Material.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

### ORGANISCHE SOLARZELLE BZW. LEUCHTDIODE

5 Die Erfindung betrifft ein Bauelement mit einer ersten Schicht, die im Wesentlichen aus einem ersten Material besteht, einer zweiten Schicht, die im Wesentlichen aus einem zweiten Material besteht und wenigstens einer zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht befindlichen  
10 Zwischenschicht.

Ein gattungsgemäßes Bauelement ist aus der US-PS 5698048 bekannt. Hierbei befindet sich zwischen den beiden Schichten eine Zwischenschicht, die ein Polymer enthält, nicht jedoch  
15 eines der beiden Materialien der Schichten.

Aus der US-PS 5 454 880 ist eine Diode bekannt, bei der eine Schicht aus einem Polymer und eine weitere, Fullerene enthaltende Schicht benachbart zueinander liegen. Hierbei ist  
20 das Polymer so gestaltet, dass es als Donator wirkt, während die Fullerene als Akzeptoren für Ladungsträger wirken.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Bauelement zu schaffen, welches für eine Aussendung und/oder  
25 einen Empfang von elektromagnetischer Strahlung, insbesondere von Licht, einen möglichst hohen Wirkungsgrad aufweist.

Insbesondere soll durch die Erfindung eine Solarzelle mit einem möglichst hohen Wirkungsgrad geschaffen werden.  
30

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass ein gattungsgemäßes Bauelement so ausgestaltet wird, dass die Zwischenschicht das erste Material und/oder das zweite Material enthält und dass in der Zwischenschicht mindestens  
35 ein Stoff kolloidal gelöst ist und dass der Stoff eine andere

Leitfähigkeit aufweist als das erste Material oder das zweite Material.

Die Erfindung sieht also vor, ein Bauelement zu schaffen, das  
5 wenigstens zwei Schichten aus zwei Materialien mit  
unterschiedlichen Leitfähigkeiten und wenigstens einer  
zwischen ihnen befindlichen Zwischenschicht aufweist. Die  
Zwischenschicht enthält hierbei wenigstens eines der beiden  
Materialien und einen kolloidal gelösten Stoff. Kolloidal  
10 gelöst bedeutet hier, dass der Stoff aus Teilchen besteht  
oder diese durch chemische Reaktion oder Agglomeration bildet  
und dass diese Teilchen sich in dem Material befinden. Die  
Teilchen weisen vorzugsweise eine Größe von 1 nm bis 1 µm  
auf. Vorzugsweise befinden sich die Teilchen dabei so in dem  
15 Material, dass sie ein Netzwerk bilden, über das  
Ladungsträger fließen können, beispielsweise in einem  
Perkulationsmechanismus. Es ist vorteilhaft, jedoch nicht  
notwendig, dass Ladungsträger in dem Material fließen können.  
Der kolloidal gelöste Stoff weist eine Leitfähigkeit auf, die  
20 sowohl von der Leitfähigkeit des ersten Materials als auch  
von der Leitfähigkeit des zweiten Materials verschieden ist.  
Hierbei kommt es weniger auf eine absolute Höhe der  
Leitfähigkeit an als vielmehr auf die Art, wie Ladungsträger  
transportiert werden.

25

Eine erste zweckmäßige Ausführungsform des Bauelementes  
zeichnet sich dadurch aus, dass es genau eine Zwischenschicht  
enthält. Die Zwischenschicht besteht hierbei beispielsweise  
aus dem ersten Material und darin gelöstem Stoff oder aus dem  
30 zweiten Material und darin gelöstem Stoff oder aus einer  
Mischung oder Verbindung des ersten Materials mit dem zweiten  
Material und darin gelöstem Stoff.

Eine andere, gleichfalls vorteilhafte Ausführungsform des  
35 Bauelementes zeichnet sich dadurch aus, dass sich zwischen

der ersten Schicht und der zweiten Schicht eine erste Zwischenschicht und eine zweite Zwischenschicht befinden, dass die erste Zwischenschicht an der ersten Schicht anliegt und dass die zweite Zwischenschicht an der zweiten Schicht anliegt.

Die Zwischenschichten können sich beispielsweise dadurch unterscheiden, dass die erste Zwischenschicht im Wesentlichen das erste Material und den darin kolloidal gelösten Stoff enthält und dass die zweite Zwischenschicht im Wesentlichen aus dem zweiten Material und dem darin kolloidal gelösten Stoff besteht.

Ferner ist es vorteilhaft, dass in der ersten Zwischenschicht ein erster Stoff kolloidal gelöst ist und dass in der zweiten Zwischenschicht ein zweiter Stoff kolloidal gelöst ist.

Eine erhöhte Stromausbeute beziehungsweise Strahlungsausbeute wird dadurch erzielt, dass das erste und/oder zweite Material ein Halbleiter ist.

Es ist besonders zweckmäßig, dass das erste Material und/oder das zweite Material ein organischer Halbleiter ist.

Für einen Einsatz des Bauelementes als Solarzelle oder als Bestandteil einer Solarzelle ist es vorteilhaft, dass das erste Material und/oder das zweite Material eine geeignete Lichtabsorption aufweisen.

Zweckmäßigerweise enthält der organische Halbleiter substituierte Perylenpigmente. Insbesondere ist es zweckmäßig, dass die Perylenpigmente substituierte Perylencarbonsäure-Imide sind.

Eine weitere Erhöhung des Wirkungsgrades wird dadurch

erzielt, dass das erste Material einen anderen Leitfähigkeitstyp aufweist als das zweite Material.

Besonders vorteilhaft ist es, dass das zweite Material eine  
5 organische Komplexverbindung, insbesondere eine metallorganische Komplexverbindung, enthält. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um eine Phthalocyanin-Verbindung. Ein Einsatz von Wasserstoff-Phthalocyanin oder Metall-Phthalocyaninen, insbesondere Zink-Phthalocyanin, ist  
10 besonders vorteilhaft.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauelementes zeichnet sich dadurch aus, dass der Stoff aus einem Halbleitermaterial besteht.

15

Durch den Begriff Halbleitermaterial sind alle aus der Halbleitertechnologie als Halbleitermaterialien bekannten Stoffe umfaßt. Der Begriff Halbleitermaterial ist hier jedoch nicht auf im allgemeinen als Halbleiter bezeichnete  
20 Materialien beschränkt, sondern umfaßt vielmehr alle Materialien, die in wenigstens einer Modifikation oder Teilchengröße eine Bandlücke zwischen Valenzband und Leitungsband aufweisen. Für einen zu erzielenden Ladungstransport von Ladungsträgern eines Typs kommt es  
25 lediglich auf ihre energetische Lage und die Energieniveaus in dem Stoff an. So ist beispielsweise bei einem Abtransport von Elektronen lediglich eine Lage des Leitungsbandes im Stoff, die einer Lage des Leitungsbandes oder des Valenzbandes im Material entspricht, erforderlich. Auf die  
30 Lage des Valenzbandes im Stoff und damit auf die Bandlücke kommt es hierbei nicht an. Bei einer Löcherleitung gilt entsprechend, dass sich zweckmäßigerweise das Valenzband des Stoffes auf einem Energieniveau befindet, das einem Energieniveau des Valenzbandes oder des Leitungsbandes des  
35 Materials entspricht.

Aufgrund von Quantengröße-Effekten (Quantum-Size Effects) kann die Leitfähigkeit von Partikeln des Stoffes von der makroskopischen Leitfähigkeit verschieden sein. Für die

5 Erfindung ist elektrische Leitung in einem Umfang zweckmäßig, durch den Ladungsträger eines Leitfähigkeitstyps gezielt abtransportiert werden können. Eine Erhöhung der Leitfähigkeit durch eine geeignete Nanostruktur, durch die beispielsweise ein Stoff, der makroskopisch einen Halbleiter

10 bildet, in der erfindungsgemäßen Schicht als Metall wirkt, ist daher mit eingeschlossen. Dies gilt auch für makroskopisch metallische Materialien, die als kleine Teilchen zu Halbleitern werden.

15 Eine bevorzugte Ausführungsform des Bauelementes zeichnet sich dadurch aus, dass der Stoff aus einem organischen Halbleitermaterial besteht.

Insbesondere ist es zweckmäßig, dass der Stoff eine

20 Kohlenstoffmodifikation enthält, wobei die Kohlenstoffmodifikation eine Bandlücke aufweist wie beispielsweise  $C_{60}$ ,  $C_{70}$  oder Graphen.

Ein besonders wirksamer Transport der Ladung bei

25 gleichzeitiger Vermeidung von elektrischen Kurzschlüssen wird dadurch erreicht, dass der Stoff im Wesentlichen in der Form von Partikeln vorliegt.

Bei den Partikeln handelt es sich beispielsweise um einzelne

30 Moleküle, insbesondere einzelne Fulleren-Moleküle, oder um Cluster aus mehreren Molekülen.

Die Partikel weisen vorzugsweise eine Größe von 1 nm bis 1  $\mu\text{m}$  auf, wobei eine obere Partikelgröße von 200 nm bevorzugt ist.



Eine deutliche Zunahme des Ladungstransports wird dadurch erzielt, dass die Partikel eine Konzentration aufweisen, die so groß ist, dass eine Perkolation entsteht.

- 5 Eine weitere Erhöhung des Wirkungsgrades bei einer Aussendung und/oder einem Empfang von elektromagnetischer Strahlung läßt sich dadurch erzielen, dass die Konzentration des Stoffes räumlich variiert.
- 10 Diese Variante der Erfindung sieht also vor, ein Bauelement zu schaffen, das eine Zwischenschicht aufweist, innerhalb derer eine Konzentration eines kolloidal gelösten Stoffes räumlich variiert.
- 15 Die Zwischenschicht befindet sich zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht, wobei es möglich ist, dass diese Schichten sich innerhalb eines gemeinsamen Trägermaterials befinden. Die erste und die zweite Schicht können sich sowohl wenig voneinander unterscheiden als auch aus völlig
- 20 verschiedenen Materialien bestehen.

Vorzugsweise unterscheiden das erste und das zweite Material sich lediglich dadurch, dass sie anders dotiert sind.

- 25 Eine zweckmäßige Ausführungsform des Bauelementes zeichnet sich dadurch aus, dass die Konzentration des Stoffes innerhalb der Zwischenschicht variiert.

- Insbesondere ist es zweckmäßig, dass das Bauelement so
- 30 gestaltet ist, dass sich in der Zwischenschicht mindestens zwei Stoffe befinden.

- Ferner ist es vorteilhaft, dass einer der Stoffe eine Konzentration aufweist, die räumlich anders variiert als eine
- 35 Konzentration des anderen Stoffes.

Eine zweckmäßige Ausführungsform des Bauelementes zeichnet sich dadurch aus, dass der erste Stoff ein Fermi-Niveau aufweist, das sich um wenigstens 20 meV von einem Fermi-Niveau des zweiten Stoffes unterscheidet.

Ferner ist es vorteilhaft, dass der erste Stoff einen anderen Leitfähigkeitstyp aufweist als der andere Stoff.

10 Eine zweckmäßige Ausführungsform des Bauelementes zeichnet sich dadurch aus, dass der eine Stoff eine andere Bandlücke aufweist als der andere Stoff.

Ferner ist es vorteilhaft, dass die Bandlücke des ersten  
15 Stoffes sich von der Bandlücke des zweiten Stoffes um wenigstens 20 meV unterscheidet.

Weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den  
20 Unteransprüchen und der nachfolgenden Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen.

Von den Zeichnungen zeigt:

25 Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauelementes,

Fig. 2 eine externe Quantenausbeute als Verhältnis eines Stromflusses zu einfallenden Photonen (Incident Photon To Current Efficiency - IPCE) in  
30 Abhängigkeit von der Wellenlänge des einfallenden Lichtes für verschiedene Konzentrationen von C<sub>60</sub>,

Fig. 3 einen Querschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauelementes,  
35

Fig. 4 einen Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bauelementes,

5

Fig. 5 eine Konzentration eines ersten Dotierstoffs in Abhängigkeit von seiner Entfernung zu einem Bereich einer ersten Schicht und

10 Fig. 6 eine Konzentration eines zweiten Dotierstoffs in Abhängigkeit von seiner Entfernung zu einem Bereich der ersten Schicht.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Bauelement handelt es sich  
15 beispielsweise um eine Solarzelle oder um eine organische lichtemittierende Diode. Das Bauelement enthält ein auf einem Substrat 10, beispielsweise Glas, insbesondere Silikatglas, aufgebrachtes Schichtsystem aus einer transparenten Kontaktschicht 20, einer ersten Schicht 30, einer zweiten  
20 Schicht 60, einer Zwischenschicht 50 und einer Kontaktierungsschicht 70.

Auf einen seitlichen Bereich der transparenten Kontaktschicht 20 ist ein Kontakt 80 aufgebracht. Ein weiterer Kontakt 90  
25 befindet sich auf der oberen Kontaktierungsschicht 70. Die transparente Kontaktschicht 20 weist eine Dicke zwischen 5 nm und 1  $\mu$ m, vorzugsweise 10 nm bis 200 nm, auf. Die Dicke der Kontaktschicht 20 kann variabel gewählt werden.

30 Die erste Schicht 30 befindet sich auf der transparenten Kontaktschicht. Es ist möglich, dass die erste Schicht 30 abschnittsweise auch auf das Substrat 10 reicht, beispielsweise in Bereichen, in denen zuvor die transparente Kontaktschicht 20 weggeätzt wurde. Für die Erzielung der  
35 Grenzflächeneffekte zwischen der transparenten Kontaktschicht

20 und der ersten Schicht 30 ist dies jedoch nicht erforderlich.

Es ist jedoch produktionstechnisch zweckmäßig, dass die erste  
5 Schicht 30 über die transparente Kontaktschicht 20 hinausragt, weil so ein Kurzschluß zwischen dem Kontakt 90 und der transparenten Kontaktschicht 20 vermieden wird.

Die erste Schicht 30 weist eine Dicke zwischen 5 nm und 1000  
10 nm, vorzugsweise 10 nm bis 200 nm auf. Die Dicke der Schicht 30 kann variabel gewählt werden, weil es zur Erzielung der Grenzflächeneffekte zwischen den Schichten 30 und 60 nicht auf die Abmessungen der Schichten 30, 60 ankommt.

15 Die Kontaktschicht 20 besteht vorzugsweise aus einem transparenten Material, bei dem es sich insbesondere um ein transparentes leitfähiges Oxid handelt. Die transparenten Eigenschaften sind bei einem Einsatz als Solarzelle oder als lichtemittierende Diode mit Licht, das durch das Substrat 10  
20 hindurchdringt, erforderlich, damit durch das Substrat 10 hindurchdringende Lichtstrahlen von der Kontaktschicht 20 nicht absorbiert werden. Bei einem Lichteinfall oder -austritt durch die Schicht 60 ist die lichtdurchlässige Gestaltung der Kontaktschicht 20 jedoch nicht erforderlich.

25 Die erste Schicht 30 besteht vorzugsweise aus einem organischen halbleitenden Material eines ersten Leitfähigkeitstyps. Beispielsweise handelt es sich um ein n-leitendes Material, vorzugsweise um Perylen-3,4,9,10-  
30 tetracarbonsäure-N,N'-dimethylimid (MPP).

Die zweite Schicht 60 besteht vorzugsweise aus einem zweiten halbleitenden Material. Hierbei handelt es sich insbesondere um ein Material mit entgegengesetztem Leitfähigkeitstyp,  
35 vorzugsweise um Zink-Phthalocyanin (ZnPc). Eine

Kontaktierungsschicht 70 dient zu einem elektrischen Anschluß der Schicht 60. Beispielsweise besteht die Kontaktierungsschicht 70 aus Gold. Gold hat den besonderen Vorteil, dass es eine hohe elektrische Leitfähigkeit mit  
5 einer hohen chemischen Beständigkeit vereinigt.

Die Zwischenschicht 50 enthält das gleiche Material wie die Schicht 60, ist jedoch mit einem Fulleren oder einem Halbleiteroxid wie  $\text{TiO}_2$  angereichert. Die Anreicherung  
10 beträgt bei einem Einsatz des Bauelementes als Solarzelle vorzugsweise maximal 60 %. Bei einem Einsatz des Bauelementes als lichtemittierende Diode kann die Anreicherung noch höher sein.

15 In Fig. 2 sind solare Stromaubeuten durch eine externe Quantenausbeute als Verhältnis eines Stromflusses zu einfallenden Photonen (Incident Photon To Current Efficiency - IPCE) in Abhängigkeit von der Wellenlänge von einfallendem Licht für verschiedene Konzentrationen von  $\text{C}_{60}$  dargestellt.

20

Es handelt sich hierbei um Meßwerte, die bei der in Fig. 1 dargestellten Solarzelle gemessen wurden. Es zeigt sich, dass die Stromaubeute mit zunehmender Konzentration von  $\text{C}_{60}$  steigt. Ein besonders großer Anstieg tritt bei einer  
25 Konzentration von  $\text{C}_{60}$  von mehr als 10 % auf. Eine mögliche Erklärung für diesen unerwartet hohen Anstieg könnte ein Auftreten von Perkolation sein.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Bauelement handelt es sich  
30 beispielsweise um eine Solarzelle oder um eine organische lichtemittierende Diode. Das Bauelement enthält ein auf einem Substrat 10, beispielsweise Glas, insbesondere Silikatglas, aufgebrachtesschichtsystem aus einer transparenten Kontaktschicht 20, einer ersten Schicht 30, einer zweiten  
35 Schicht 60, einer ersten Zwischenschicht 40, einer zweiten

Zwischenschicht 50 und einer Kontaktierungsschicht 70.

Auf einen seitlichen Bereich der transparenten Kontaktschicht 20 ist ein Kontakt 80 aufgebracht. Ein weiterer Kontakt 90 befindet sich auf der oberen Kontaktierungsschicht 70. Die transparente Kontaktschicht 20 weist eine Dicke zwischen 5 nm und 1000 nm, vorzugsweise 10 nm bis 200 nm, auf. Die Dicke der Schicht kann variabel gewählt werden.

Die erste Schicht 30 befindet sich auf der transparenten Kontaktschicht. Es ist möglich, dass die erste Schicht 30 abschnittsweise auch auf das Substrat 10 reicht, beispielsweise in Bereichen, in denen zuvor die transparente Kontaktschicht 20 weggeätzt wurde.

Es ist produktionstechnisch zweckmäßig, dass die erste Schicht 30 über die transparente Kontaktschicht 20 hinausragt, weil so ein Kurzschluß zwischen dem Kontakt 90 und der transparenten Kontaktschicht 20 vermieden wird.

Die erste Schicht 30 weist eine Dicke zwischen 5 nm und 1000 nm, vorzugsweise 10 nm bis 200 nm, auf. Die Dicke der Schicht kann variabel gewählt werden, weil es zur Erzielung der Grenzflächeneffekte nicht auf die Abmessungen der Schichten ankommt.

Die Kontaktschicht 20 besteht bei einem Einsatz des Bauelementes als Solarzelle mit einem Lichteinfall durch das Substrat 10 oder als lichtemittierende Diode mit einem Lichtaustritt durch das Substrat 10 aus einem transparenten Material, bei dem es sich insbesondere um ein transparentes leitfähiges Oxid handelt.

Die erste Schicht 30 besteht wie bei der anhand von Fig.1 dargestellten Ausführungsform vorzugsweise aus einem

organischen halbleitenden Material eines ersten Leitfähigkeitstyps. Beispielsweise handelt es sich um ein n-leitendes Material, vorzugsweise um Perylen-3,4,9,10-tetracarbonsäure-N,N'-dimethylimid (MPP).

5

Die zweite Schicht 60 besteht vorzugsweise aus einem zweiten halbleitenden Material. Hierbei handelt es sich insbesondere um ein Material mit entgegengesetztem Leitfähigkeitstyp, vorzugsweise um Zink-Phthalocyanin (ZnPc). Eine

10 Kontaktierungsschicht 70 dient zu einem elektrischen Anschluß der Schicht 60. Beispielsweise besteht die Kontaktierungsschicht 70 aus Gold. Gold hat den besonderen Vorteil, dass es eine hohe elektrische Leitfähigkeit mit einer hohen chemischen Beständigkeit vereinigt.

15

Die erste Zwischenschicht 40 enthält jedenfalls das in der ersten Schicht 30 enthaltene Material und möglicherweise auch das in der zweiten Schicht 60 enthaltene Material, vorzugsweise mindestens einen organischen Halbleiter.

20 Besonders geeignet sind MPP beziehungsweise ZnPc. Ferner ist die Zwischenschicht 40 mit einem Fulleren oder einem anderen Halbleitermaterial wie  $\text{TiO}_2$  angereichert. Die Anreicherung beträgt bei einem Einsatz des Bauelementes als Solarzelle vorzugsweise maximal 60 %. Bei einem Einsatz des Bauelementes  
25 als lichtemittierende Diode kann die Anreicherung noch höher sein.

Die zweite Zwischenschicht 50 enthält das gleiche Material wie die Schicht 60, ist jedoch mit einem anderen Fulleren  
30 oder einem Halbleitermaterial wie  $\text{TiO}_2$  angereichert. Die Anreicherung beträgt bei einem Einsatz des Bauelementes als Solarzelle vorzugsweise maximal 60 %. Bei einem Einsatz des Bauelementes als lichtemittierende Diode kann die Anreicherung noch höher sein.

35

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Bauelement handelt es sich beispielsweise um eine Solarzelle oder um eine organische lichtemittierende Diode. Das Bauelement enthält ein auf einem Substrat 10, beispielsweise Glas, insbesondere Silikatglas, aufgebracht

5    aufgebracht Schichtsystem aus einer transparenten Kontaktschicht 20, einer Mehrfachschicht und einer Kontaktierungsschicht 70. Die Mehrfachschicht besteht vorzugsweise aus einer ersten Schicht 30, einer zweiten Schicht 60 und einer Zwischenschicht 40.

10

Auf einen seitlichen Bereich der transparenten Kontaktschicht 20 ist ein Kontakt 80 aufgebracht. Ein weiterer Kontakt 90 befindet sich auf der oberen Kontaktierungsschicht 70. Die transparente Kontaktschicht 20 weist eine Dicke zwischen 5 nm und 1 µm, vorzugsweise 10 nm bis 200 nm, auf. Die Dicke der Kontaktschicht 20 kann variabel gewählt werden.

15

Die erste Schicht 30 befindet sich auf der transparenten Kontaktschicht. Es ist möglich, dass die erste Schicht 30 abschnittsweise auch auf das Substrat 10 reicht, beispielsweise in Bereichen, in denen zuvor die transparente Kontaktschicht 20 weggeätzt wurde. Für die Erzielung der Grenzflächeneffekte zwischen der transparenten Kontaktschicht 20 und der ersten Schicht 30 ist dies jedoch nicht erforderlich.

20

25

Es ist jedoch produktionstechnisch zweckmäßig, dass die erste Schicht 30 über die transparente Kontaktschicht 20 hinausragt, weil so ein Kurzschluß zwischen dem Kontakt 90 und der transparenten Kontaktschicht 20 vermieden wird.

30

Die erste Schicht 30 weist eine Dicke zwischen 5 nm und 1000 nm, vorzugsweise 10 nm bis 200 nm auf. Die Dicke der Schicht 30 kann variabel gewählt werden, weil es zur Erzielung der Grenzflächeneffekte zwischen den Schichten 30 und 60 nicht

35



auf die Abmessungen der Schichten 30, 60 ankommt.

Die Kontaktschicht 20 besteht vorzugsweise aus einem transparenten Material, bei dem es sich insbesondere um ein transparentes leitfähiges Oxid handelt. Die transparenten Eigenschaften sind bei einem Einsatz als Solarzelle oder als lichtemittierende Diode mit Licht, das durch das Substrat hindurchdringt, erforderlich, damit durch das Substrat hindurchdringende Lichtstrahlen von der Kontaktschicht nicht absorbiert werden. Bei einem Lichteinfall oder Austritt durch die Schicht 60 ist die lichtdurchlässige Gestaltung der Kontaktschicht 20 jedoch nicht erforderlich.

Die Schicht 30 besteht im Wesentlichen aus einem Matrixmaterial und einem darin kolloidal gelösten Halbleiter. Der Halbleiter weist vorzugsweise einen ersten Leitfähigkeitstyp auf. Beispielsweise handelt es sich um ein n-leitendes Material, vorzugsweise um Cadmiumsulfid (CdS), n-dotiertes Galliumarsenid (GaAs), n-dotiertes Silizium, n-dotiertes Cadmiumtellurit (CdTe) oder um ein substituiertes Perylenpigment, insbesondere um ein methylen-substituiertes Perylenpigment, insbesondere um Perylen-3,4,9,10-tetracarbonsäure-N,N'-dimethylimid (MPP).

Die zweite Schicht 60 besteht vorzugsweise aus einem Matrixmaterial und einem darin kolloidal gelösten zweiten halbleitenden Material. Bei dem zweiten halbleitenden Material handelt es sich insbesondere um ein Material mit einem dem ersten halbleitenden Material entgegengesetzten Leitfähigkeitstyp, zum Beispiel p-dotiertes Zinkphthalocyanin (ZnPc), p-dotiertes Galliumarsenid (GaAs) oder p-dotiertes Silizium.

Eine Kontaktierungsschicht 70 dient zu einem elektrischen Anschluß der Schicht 60. Beispielsweise besteht die

Kontaktierungsschicht 70 zur Erzielung einer hohen elektrischen Leitfähigkeit und einer hohen chemischen Beständigkeit aus Gold.

- 5 Zwischen der ersten Schicht 30 und der zweiten Schicht 60 befindet sich wenigstens eine Zwischenschicht 40. Die Zwischenschicht 40 enthält ein geeignetes Matrixmaterial. Wenn die Schicht 30 das gleiche Matrixmaterial aufweist wie die Schicht 60, ist es zweckmäßig, dass die Zwischenschicht  
10 40 auch aus diesem Matrixmaterial besteht. Wenn, was gleichfalls möglich ist, die Schicht 30 ein anderes Matrixmaterial aufweist als die Schicht 60, ist es bevorzugt, dass die Zwischenschicht 40 aus einem Gemisch oder einer Lösung der Matrixmaterialien mit einem oder mehreren darin  
15 kolloidal gelösten Stoffen besteht.

- Die Mehrfachsicht wird durch abwechselndes Eintauchen in verschieden konzentrierte Lösungen hergestellt. Hierdurch werden nacheinander die Schichten, welche die Mehrfachsicht  
20 bilden, abgeschieden.

- Bei einer bevorzugten Durchführungsform des Verfahrens wird auf dem Substrat 10 wie folgt ein Schichtsystem abgeschieden: Eine Benetzung, insbesondere ein Dip-Coating, beispielsweise  
25 von Indium-Zinn-Oxid (ITO), erfolgt mit einer kolloidalen, insbesondere wäßrigen Lösung von Teilchen, beispielsweise zunächst CdTe-Teilchen, wobei das Substrat 10 nacheinander in verschieden konzentrierte Lösungen eingetaucht wird. Eintauchdauern und Ziehgeschwindigkeiten werden so variiert,  
30 dass zunächst nur CdTe-Teilchen, dann Mischungen mit variabler Zusammensetzung, dann reine CdS-Teilchen die Schicht aufbauen.

- Die kolloidale Lösung, aus der durch Dip-Coating die  
35 Schichten abgeschieden werden, kann einen Stabilisator

enthalten, dies ist jedoch nicht notwendig. Ein bevorzugter Stabilisator ist Polysulfat, das in der Lösung eine Hülle um die Teilchen bildet, die verhindert, dass die Teilchen zusammenwachsen. Bei einer Abscheidung der Schichten bildet  
5 der Stabilisator ein Matrixmaterial, in dem die Teilchen eingebettet sind.

Falls die kolloidale Lösung keinen Stabilisator enthält, befindet sich um die Teilchen jeweils eine Raumladungszone -  
10 ionische Schicht - mit Ladungen, die verhindern, dass die Teilchen zusammenwachsen. In der Raumladungszone befindliche Ionen werden bei der Abscheidung mit in die abgeschiedene Schicht eingebaut.

15 In Fig. 5 ist eine Konzentration eines ersten Dotierstoffs in Abhängigkeit von seiner Entfernung zu einem Bereich einer ersten Schicht 30 dargestellt. Der erste Dotierstoff ist beispielsweise CdTe. In einem Bereich von etwa 100  $\mu\text{m}$  nimmt die Konzentration des ersten Dotierstoffs weitgehend linear  
20 ab.

Durch eine weitgehend lineare Abnahme der Konzentration des ersten Dotierstoffs liegt für den ersten Dotierstoff in dem etwa 100  $\mu\text{m}$  breiten Bereich ein im Wesentlichen konstanter  
25 Konzentrationsgradient vor.

In Fig. 6 ist eine Konzentration eines zweiten Dotierstoffs in Abhängigkeit von seiner Entfernung zu dem Bereich der ersten Schicht 30 dargestellt. Der zweite Dotierstoff ist  
30 beispielsweise CdS. In einem Bereich von etwa 100  $\mu\text{m}$  steigt die Konzentration des zweiten Dotierstoffs weitgehend linear an.

Durch eine weitgehend lineare Zunahme der Konzentration des  
35 zweiten Dotierstoffs liegt für den zweiten Dotierstoff in dem

etwa 100  $\mu\text{m}$  breiten Bereich gleichfalls ein im Wesentlichen konstanter Konzentrationsgradient vor.

In dem dargestellten, besonders bevorzugten Fall  
5 unterscheiden sich die Konzentrationsgradienten der Dotierstoffe nur durch ihr Vorzeichen.

Der anhand der Fig. 5 und 6 dargestellte Konzentrationsverlauf ist zwar bevorzugt, die bevorzugten  
10 Ausführungsbeispiele der Erfindung mit einer sich ändernden Konzentration sind jedoch in keiner Weise auf lineare Konzentrationsänderungen beschränkt.

## Bezugszeichenliste:

	10	Substrat
5	20	Kontaktschicht
	30	erste Schicht
	40	erste Zwischenschicht
	50	zweite Zwischenschicht
	60	zweite Schicht
10	70	Kontaktierungsschicht
	80	Kontakt
	90	Kontakt

## Patentansprüche

1. Bauelement mit einer ersten Schicht (30), die im  
5 Wesentlichen aus einem ersten Material besteht, einer  
zweiten Schicht (60), die im Wesentlichen aus einem  
zweiten Material besteht und wenigstens einer zwischen  
der ersten Schicht (30) und der zweiten Schicht (60)  
befindlichen Zwischenschicht (40, 50),  
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
n e t, dass die Zwischenschicht (40, 50) das erste  
Material und/oder das zweite Material enthält und dass  
in der Zwischenschicht (40, 50) mindestens ein Stoff  
kolloidal gelöst ist und dass der Stoff eine andere  
15 Leitfähigkeit aufweist als das erste Material oder das  
zweite Material.
2. Bauelement nach Anspruch 1, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass sich zwischen  
20 der ersten Schicht (30) und der zweiten Schicht (60)  
eine erste Zwischenschicht (40) und eine zweite  
Zwischenschicht (50) befinden, dass die erste  
Zwischenschicht (40) an der ersten Schicht (30) anliegt  
und dass die zweite Zwischenschicht (50) an der zweiten  
25 Schicht (60) anliegt.
3. Bauelement nach Anspruch 2, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass die erste  
Zwischenschicht (40) im Wesentlichen das erste Material  
30 und kolloidal gelösten Stoff enthält und dass die zweite  
Zwischenschicht (50) im Wesentlichen aus dem zweiten  
Material und gelöstem Stoff besteht.
4. Bauelement nach Anspruch 2, d a d u r c h  
35 g e k e n n z e i c h n e t, dass die erste

Zwischenschicht (40) im Wesentlichen das erste Material und kolloidal gelösten Stoff enthält und dass die zweite Zwischenschicht (50) das zweite Material, das erste Material und kolloidal gelösten Stoff enthält.

5

5. Bauelement nach Anspruch 2, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass die erste  
Zwischenschicht (40) das erste Material, das zweite  
Material und kolloidal gelösten Stoff enthält und dass  
10 die zweite Schicht (50) im wesentlichen das zweite  
Material und kolloidal gelösten Stoff enthält.
6. Bauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 5,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
15 n e t, dass in der ersten Zwischenschicht (40) ein  
erster Stoff kolloidal gelöst ist und dass in der  
zweiten Zwischenschicht (50) ein zweiter Stoff kolloidal  
gelöst ist.
- 20 7. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass das erste Material ein Halbleiter ist.
8. Bauelement nach Anspruch 7, d a d u r c h  
25 g e k e n n z e i c h n e t, dass das erste  
Material ein organischer Halbleiter ist.
9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
30 n e t, dass das zweite Material ein Halbleiter ist.
10. Bauelement nach Anspruch 9, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass das zweite  
Material ein organischer Halbleiter ist.

35

11. Bauelement nach einem der Ansprüche 7 bis 10, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass das erste Material einen anderen Leitfähigkeitstyp  
aufweist als das zweite Material.
- 5
12. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der kolloidal gelöste Stoff aus einem  
Halbleitermaterial besteht.
- 10
13. Bauelement nach Anspruch 12, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass der Stoff  
 $\text{TiO}_2$  enthält.
- 15
14. Bauelement nach Anspruch 12 oder 13, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der Stoff  $\text{SnO}_2$  enthält.
- 20
15. Bauelement nach einem der Ansprüche 12 bis 14,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
n e t, dass der Stoff ein organisches  
Halbleitermaterial enthält.
- 25
16. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der Stoff wenigstens eine eine Bandlücke  
aufweisende Kohlenstoffmodifikation enthält.
- 30
17. Bauelement nach Anspruch 16, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass der Stoff  
wenigstens einen Bestandteil aus der Gruppe der  
Fullerene, substituierten Fullerene oder Fulleren-  
Derivate enthält.
- 35
18. Bauelement nach Anspruch 17, d a d u r c h



g e k e n n z e i c h n e t, dass der Stoff C<sub>60</sub> enthält.

19. Bauelement nach einem der Ansprüche 16 bis 18, d a -  
5 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Stoff eine graphitische Kohlenstoffmodifikation enthält.
20. Bauelement nach Anspruch 19, d a d u r c h  
10 g e k e n n z e i c h n e t, dass der Stoff Graphen enthält.
21. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 20, d a -  
15 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Stoff im Wesentlichen in der Form von Partikeln vorliegt.
22. Bauelement nach Anspruch 21, d a d u r c h  
20 g e k e n n z e i c h n e t, dass die Partikel im Wesentlichen eine Größe zwischen 1 nm und 1 µm aufweisen.
23. Bauelement nach Anspruch 22, d a d u r c h  
25 g e k e n n z e i c h n e t, dass die Größe der Partikel zwischen 1 nm und 200 nm beträgt.
24. Bauelement nach einem der Ansprüche 21 bis 23, d a -  
30 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Partikel eine Konzentration aufweisen, die so groß ist, dass eine Perkolation entsteht.
25. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 24, d a -  
35 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Konzentration des Stoffes räumlich variiert.

26. Bauelement nach Anspruch 25, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass die  
Konzentration des Stoffes innerhalb der Zwischenschicht  
variiert.
- 5
27. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 26, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass sich in der Zwischenschicht mindestens zwei Stoffe  
befinden.
- 10
28. Bauelement nach Anspruch 27, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass einer der  
Stoffe eine Konzentration aufweist, die räumlich anders  
variiert als eine Konzentration des anderen Stoffes.
- 15
29. Bauelement nach einem der Ansprüche 27 oder 28, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der erste Stoff ein Fermi-Niveau aufweist, das sich  
um wenigstens 20 meV von einem Fermi-Niveau des zweiten  
20 Stoffes unterscheidet.
30. Bauelement nach einem der Ansprüche 27 bis 29, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der erste Stoff einen anderen Leitfähigkeitstyp  
25 aufweist als der zweite Stoff.
31. Bauelement nach einem der Ansprüche 27 bis 30, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der eine Stoff eine andere Bandlücke aufweist als  
30 der andere Stoff.
32. Bauelement nach Anspruch 31, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass die Bandlücke  
des ersten Stoffes sich von der Bandlücke des zweiten  
35 Stoffes um wenigstens 20 meV unterscheidet.

33. Verwendung eines Bauelementes nach einem der Ansprüche 1 bis 32 als Solarzelle.
- 5 34. Verwendung eines Bauelementes nach einem der Ansprüche 1 bis 32 als lichtemittierende Diode.

Fig. 1

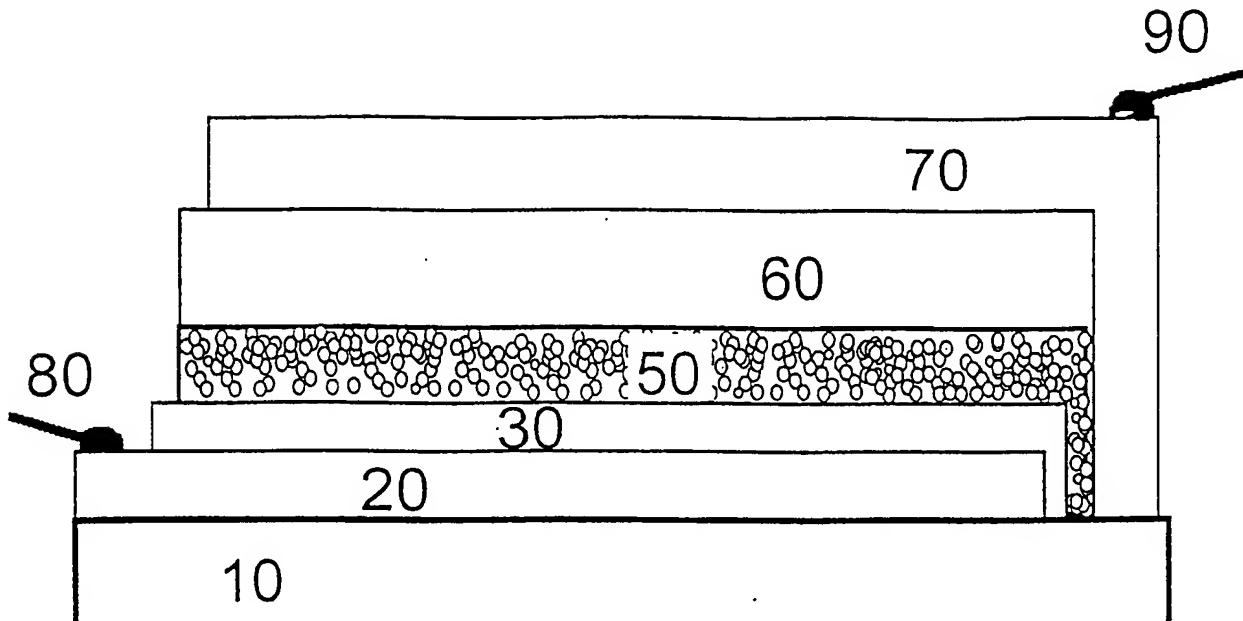


Fig. 2

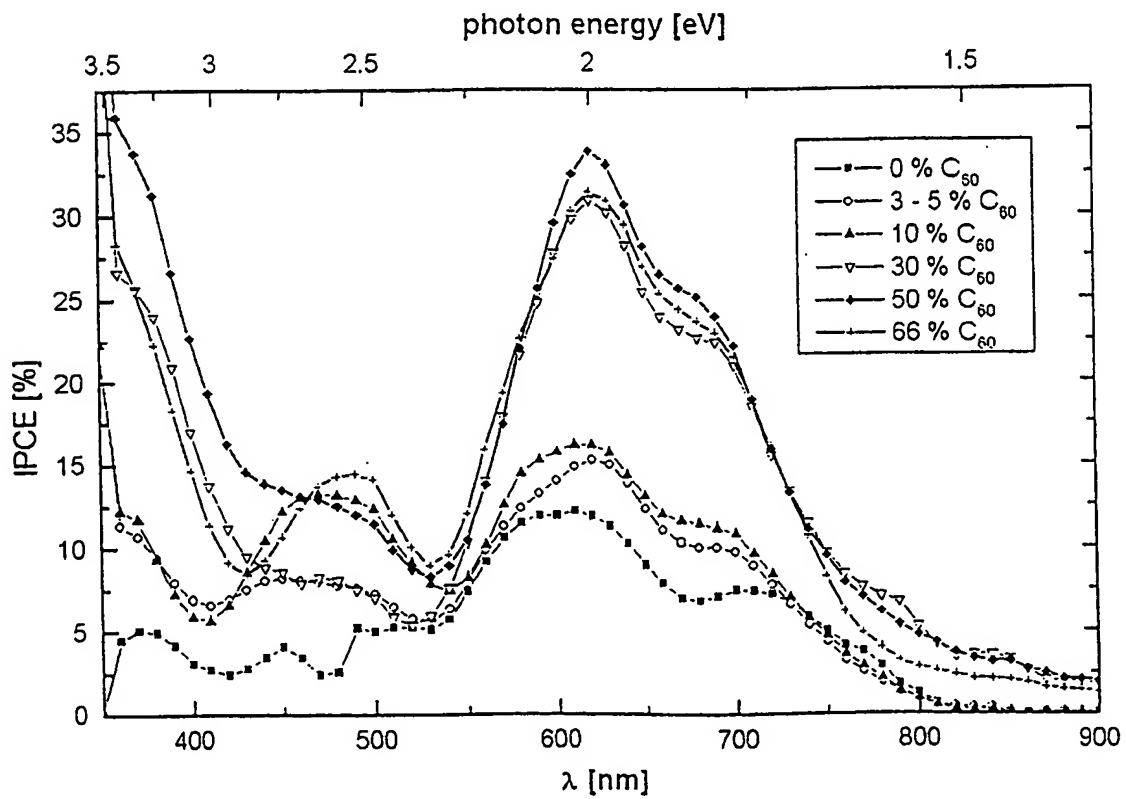


Fig. 3

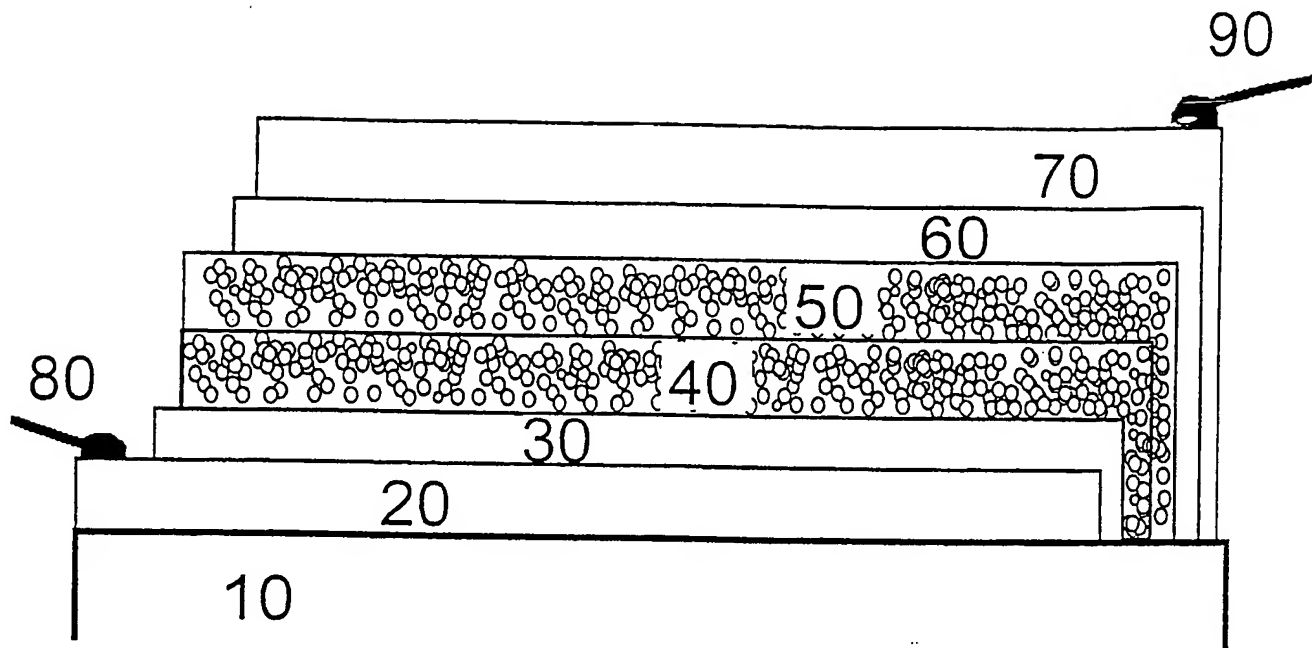


Fig. 4

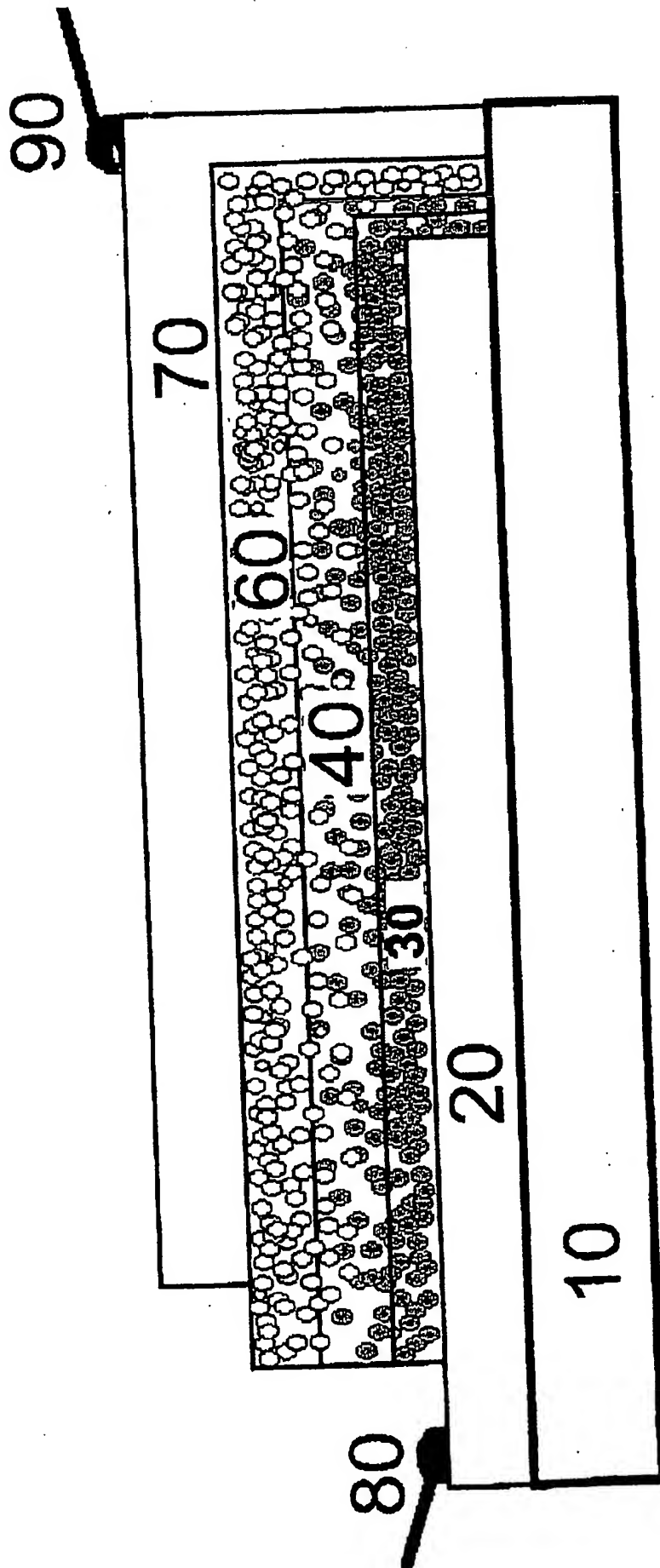


Fig. 5

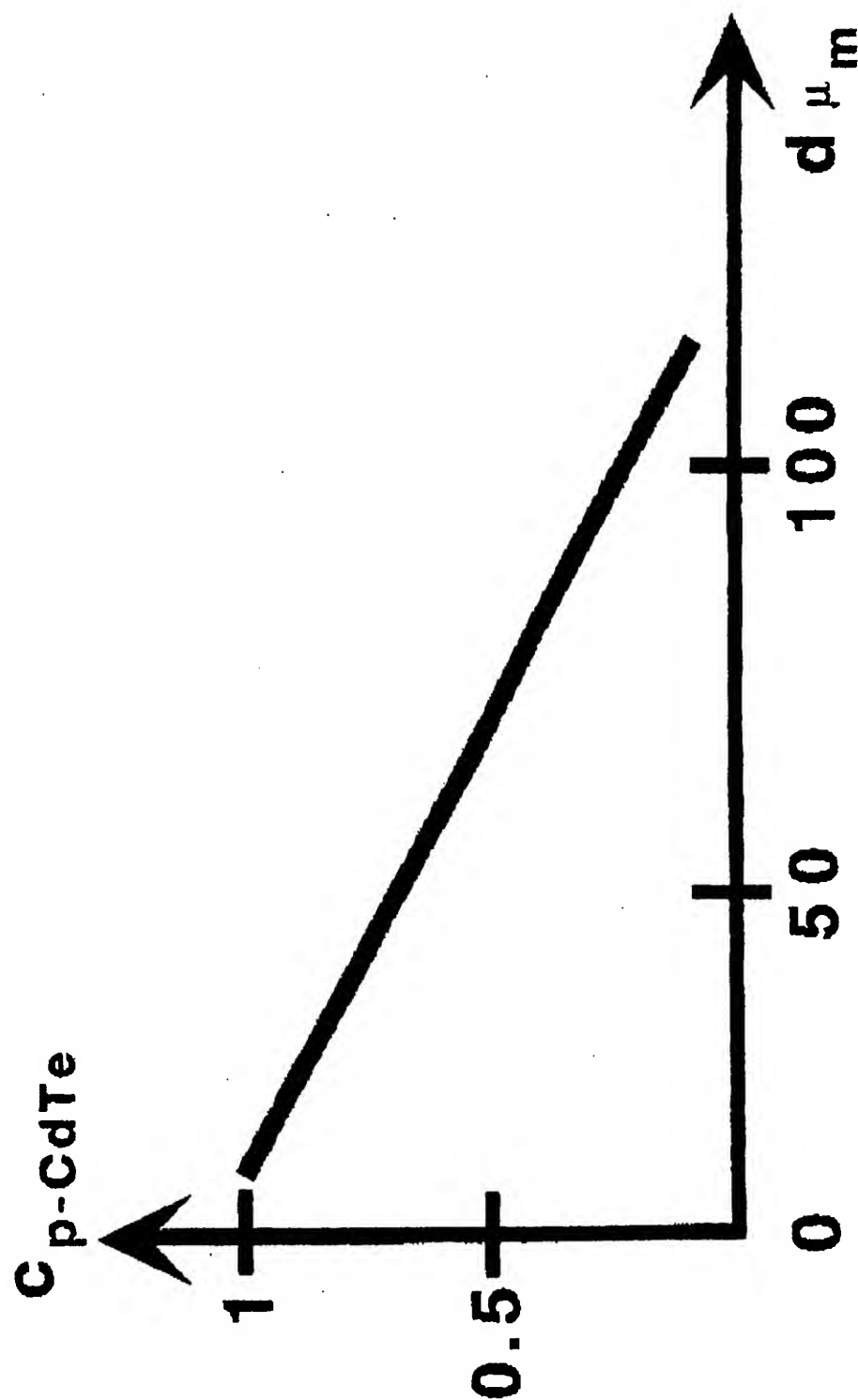
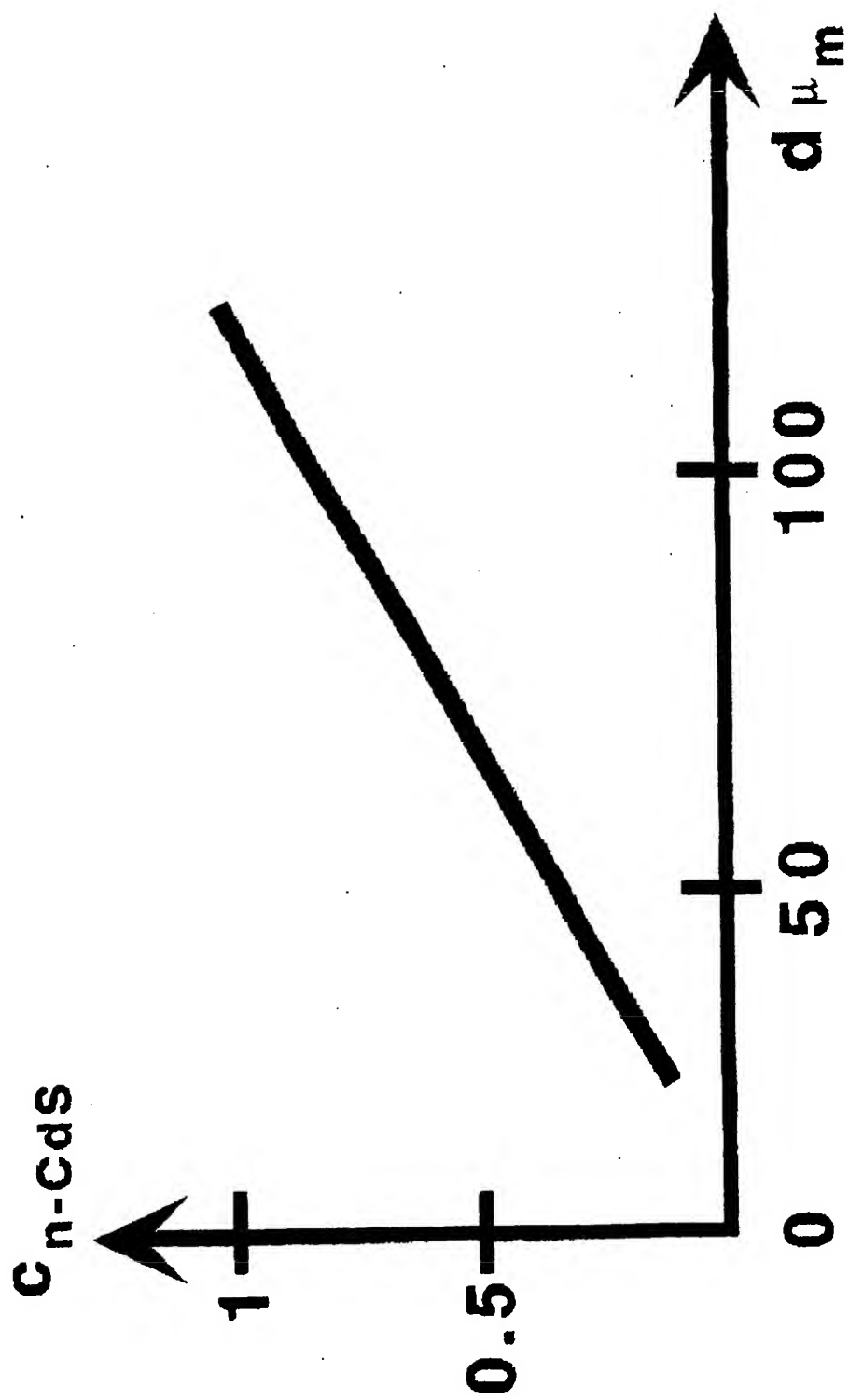


Fig. 6





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/03759

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L51/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 694 451 A (ASULAB SA) 4 February 1994 (1994-02-04) the whole document	1,33
A	WO 96 31909 A (UNIAx CORP) 10 October 1996 (1996-10-10) the whole document	1,33
A	ANTOHE S ET AL: "THREE-LAYERED PHOTOVOLTAIC CELL WITH AN ENLARGED PHOTOACTIVE REGION OF CODEPOSITED DYES" JOURNAL DE PHYSIQUE III, FR, EDITIONS DE PHYSIQUE, PARIS, vol. 6, no. 8, 1 August 1996 (1996-08-01), pages 1133-1144, XP000621594 ISSN: 1155-4320 the whole document	

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 March 2000

Date of mailing of the international search report

31/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Königstein, C

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>IMAHORI H ET AL: "DONOR-LINKED FULLERENES: PHOTOINDUCED ELECTRON TRANSFER AND ITS POTENTIAL APPLICATION" ADVANCED MATERIALS,DE,VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, vol. 9, no. 7, 1 June 1997 (1997-06-01), pages 537-546, XP000694700 ISSN: 0935-9648 the whole document</p>	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/03759

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2694451 A	04-02-1994	AU 672421 B	03-10-1996
		AU 4702593 A	03-03-1994
		CN 1086049 A,B	27-04-1994
		DE 69311289 D	10-07-1997
		DE 69311289 T	15-01-1998
		WO 9403930 A	17-02-1994
		EP 0606453 A	20-07-1994
		ES 2105299 T	16-10-1997
		JP 6511603 T	22-12-1994
		US 5482570 A	09-01-1996
		ZA 9305284 A	21-04-1994
WO 9631909 A	10-10-1996	AU 5386296 A	23-10-1996
		US 5804836 A	08-09-1998

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01L51/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 694 451 A (ASULAB SA) 4. Februar 1994 (1994-02-04) das ganze Dokument	1,33
A	WO 96 31909 A (UNIX CORP) 10. Oktober 1996 (1996-10-10) das ganze Dokument	1,33
A	ANTOHE S ET AL: "THREE-LAYERED PHOTOVOLTAIC CELL WITH AN ENLARGED PHOTOACTIVE REGION OF CODEPOSITED DYES" JOURNAL DE PHYSIQUE III, FR, EDITIONS DE PHYSIQUE, PARIS, Bd. 6, Nr. 8, 1. August 1996 (1996-08-01), Seiten 1133-1144, XP000621594 ISSN: 1155-4320 das ganze Dokument	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. März 2000

Abschlußdatum des internationalen Recherchenberichts

31/03/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 6818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Beauftragter

Königstein, C

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGEBEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	IMAHORI H ET AL: "DONOR-LINKED FULLERENES: PHOTOINDUCED ELECTRON TRANSFER AND ITS POTENTIAL APPLICATION" ADVANCED MATERIALS,DE,VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, Bd. 9, Nr. 7, 1. Juni 1997 (1997-06-01), Seiten 537-546, XP000694700 ISSN: 0935-9648 das ganze Dokument _____	

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03759

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2694451 A	04-02-1994	AU 672421 B	03-10-1996
		AU 4702593 A	03-03-1994
		CN 1086049 A,B	27-04-1994
		DE 69311289 D	10-07-1997
		DE 69311289 T	15-01-1998
		WO 9403930 A	17-02-1994
		EP 0606453 A	20-07-1994
		ES 2105299 T	16-10-1997
		JP 6511603 T	22-12-1994
		US 5482570 A	09-01-1996
		ZA 9305284 A	21-04-1994
WO 9631909 A	10-10-1996	AU 5386296 A	23-10-1996
		US 5804836 A	08-09-1998